日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: ２００３年　５月１３日

出 願 番 号
Application Number: 特願２００３－１３４４２３

[ST. 10/C]: [ＪＰ２００３－１３４４２３]

出 願 人
Applicant(s): 日本特殊陶業株式会社

Junichi ITO, et al. Q77816
METHOD FOR PRODUCING MULTI-LAYER ELECTRONIC COMPONENT
Filing Date: October 08, 2003
Abraham J. Rosner 202-293-7060
(1)

２００３年　９月２９日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫

出証番号　出証特２００３－３０７９７８３

【書類名】　特許願
【整理番号】　PA21F370
【提出日】　平成15年 5月13日
【あて先】　特許庁長官　太田　信一郎　殿
【国際特許分類】　H01G　4/30
【発明者】
【住所又は居所】　名古屋市瑞穂区高辻町１４番１８号　日本特殊陶業株式会社内
【氏名】　伊藤　淳一
【発明者】
【住所又は居所】　名古屋市瑞穂区高辻町１４番１８号　日本特殊陶業株式会社内
【氏名】　丹下　秀夫
【発明者】
【住所又は居所】　名古屋市瑞穂区高辻町１４番１８号　日本特殊陶業株式会社内
【氏名】　大塚　淳
【発明者】
【住所又は居所】　名古屋市瑞穂区高辻町１４番１８号　日本特殊陶業株式会社内
【氏名】　佐藤　学
【発明者】
【住所又は居所】　名古屋市瑞穂区高辻町１４番１８号　日本特殊陶業株式会社内
【氏名】　加島　壽人
【特許出願人】
【識別番号】　000004547
【氏名又は名称】　日本特殊陶業株式会社

【代理人】

【識別番号】　110000028

【氏名又は名称】　特許業務法人　明成国際特許事務所

【代表者】　下出　隆史

【電話番号】　052-218-5061

【手数料の表示】

【予納台帳番号】　133917

【納付金額】　21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】　明細書　1

【物件名】　図面　1

【物件名】　要約書　1

【包括委任状番号】　0209866

【プルーフの要否】　要

【書類名】　明細書

【発明の名称】　積層電子部品の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項１】　内部電極層がセラミック層を介して複数積層され、該積層された方向に上記内部電極層および上記セラミック層を貫通するとともに所定の上記内部電極層間を接続するビア電極を備えた積層電子部品の製造方法であって、

上記セラミックグリーンシートと上記内部電極層とを交互に積層一体化してなるシート積層体を形成する積層工程と、

上記セラミックグリーンシートおよび所定の上記内部電極層間を貫通するように上記シート積層体にレーザーを用いて貫通孔を形成する貫通孔形成工程と、

上記貫通孔に充填材を充填して上記ビア電極を形成する充填工程と、

を備え、

上記充填工程は、上記充填材を、上記貫通孔の開口から上記貫通孔内に加圧充填するとともに、上記貫通孔から上記内部電極層の上記貫通孔側の端部に達するように加圧充填する工程であること、

を特徴とする積層電子部品の製造方法。

【請求項２】　請求項１に記載の積層電子部品の製造方法において、

上記充填工程は、

上記充填材を上記シート積層体の下方から上方に向けて加圧により押し上げ可能な充填容器に、該充填材を充填する工程と、

上記充填材を充填した上記充填容器の上に上記シート積層体の一方の外面を配置するとともに、上記シート積層体の他方の外面に押圧板を配置することで、上記シート積層体を上記充填容器と上記押圧板との間にセットする工程と、

上記シート積層体を上記充填容器にセットした状態で、上記充填容器と上記押圧板との間に圧力を加えて上記充填材の加圧充填を行なう工程と、

を備えた積層電子部品の製造方法。

【請求項３】　請求項２に記載の積層電子部品の製造方法において、

上記充填工程は、上記押圧板と上記充填容器との間に加える圧力が２～７．５ＭＰａである積層電子部品の製造方法。

【請求項４】　請求項１ないし請求項３のいずれかに記載の積層電子部品の製造方法において、

上記充填材は、平均粒径が２μｍ以下の金属粉末を含有し、有機溶剤で調製した導電ペーストを用いた積層電子部品の製造方法。

【請求項５】　請求項４に記載の積層電子部品の製造方法において、

上記導電ペーストの粘度は、１００～２万Ｐａ・ｓとなるように調製した積層電子部品の製造方法。

【請求項６】　請求項１ないし請求項５のいずれかに記載の積層電子部品の製造方法において、

上記ビア電極の長さ／ビア電極の直径で表わされるアスペクト比は、４～２５である積層電子部品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内部電極層をセラミック層を介して複数積層させた積層電子部品の製造方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】

従来、この種の積層電子部品は、積層セラミックコンデンサや積層セラミックインダクタとして広く普及している。これらの電子部品では、その製造過程でセラミックグリーンシートにコンデンサ電極あるいはインダクタ電極を、例えば印刷手法にて形成し、こうしたセラミックグリーンシートを積層させている。

【０００３】

積層セラミックコンデンサの中で、セラミックグリーンシートを介在して位置する電極間を導通させた例が提案されているが、その導通は、積層方向に貫通する貫通孔を形成し、その貫通孔に導電材料（導電ペースト）を加圧充填させることにより、なされている（例えば、特許文献１、特許文献２参照）。

【０００４】

【特許文献１】

特開平７－１９３３７５号公報

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の積層電子部品では、次のような問題点がある。上記した貫通孔の形成には、メカパンチやドリルを用いた孔形成手法の他、レーザー照射による熱溶融を利用した孔形成手法があるが、多数の貫通孔を必要とする製品においては生産効率の観点から後者の手法が多用されている。シートと内部電極層では、通常、内部電極層の方が低融点であることから、こうしたレーザー照射による貫通孔形成手法では、レーザー照射に伴う熱により内部電極層が先に熱溶融する。よって、内部電極層の貫通孔側端面が貫通孔内周壁から後退する現象、いわゆる電極の引き下がり現象が起き得る。こうした電極の引き下がり現象が起きたまま貫通孔に導電ペーストを充填（加圧充填）すると、貫通孔内は導電ペーストで充填されるものの、セラミック層間の内部電極層厚みは僅か数μｍと薄いので、引き下がりを起こした内部電極層端面まで導電ペーストが達しないおそれがあった。こういった事態が起きると、貫通孔内の導電ペーストは内部電極層と接触しないので、導電ペーストと内部電極層の導通を採れなくなる。よって、電子部品としての設計性能を発揮できないおそれがある。

【０００６】

本発明は、上記問題点を解決するためになされ、セラミック層間の内部電極層と貫通孔内の充填材との接触の信頼性を高める積層電子部品の製造方法を提供することを目的とする。

【０００７】

【課題を解決するための手段およびその作用・効果】

上記課題を解決するためになされた本発明は、

内部電極層がセラミック層を介して複数積層され、該積層された方向に上記内部電極層および上記セラミック層を貫通するとともに所定の上記内部電極層間を接続するビア電極を備えた積層電子部品の製造方法であって、

上記セラミックグリーンシートと上記内部電極層とを交互に積層一体化してなるシート積層体を形成する積層工程と、

上記セラミックグリーンシートおよび所定の上記内部電極層間を貫通するように上記シート積層体にレーザーを用いて貫通孔を形成する貫通孔形成工程と、

上記貫通孔に充填材を充填して上記ビア電極を形成する充填工程と、

を備え、

上記充填工程は、上記充填材を、上記貫通孔の開口から上記貫通孔内に加圧充填するとともに、上記貫通孔から上記内部電極層の上記貫通孔側の端部に達するように加圧充填する工程であること、

を特徴とする。

【０００８】

本発明の積層セラミック電子部品の製造方法では、内部電極層を備えたセラミックグリーンシートを複数枚積層してなるシート積層体にレーザーを照射することにより複数のセラミックグリーンシートおよび内部電極層を積層方向に貫通する貫通孔が形成される。このとき、内部電極層は、セラミックグリーンシートに比して低融点であるので、レーザービーム照射に伴う熱により、その端面から先に溶融し、端面は貫通孔の形成箇所から後退した消失部が形成されることがある。充填材は、加圧して貫通孔に充填されることで、貫通孔から上記消失部を通り内部電極層の端面に達する。したがって、貫通孔内で固化して形成されたビア電極と内部電極層との確実な導通を図ることができる。

【０００９】

上記充填工程の好適な態様として、上記充填材を上記シート積層体の下方から上方に向けて加圧により押し上げ可能な充填容器に該充填材を充填する工程と、

上記充填材を充填した上記充填容器の上に上記シート積層体の一方の外面を配置するとともに、上記シート積層体の他方の外面に押圧板を配置することで、上記シート積層体を上記充填容器と上記押圧板との間にセットする工程と、上記シート積層体を上記充填容器にセットした状態で、上記充填容器と上記押圧板との間に圧力を加えて上記充填材を上記貫通孔に加圧充填する工程と、を備えて構成することができる。本発明の態様により、押圧板が充填容器の側からの充填材の加圧注入圧に抗してシート積層体を支持し、充填容器からの充填材がシート積層体の貫通孔に充填材を充填させることができる。

【００１０】

上記充填工程は、上記押圧板と上記充填容器との間に加える圧力が２～７．５ＭＰａである工程をとることができる。この場合、充填容器からの加圧注入圧力が上記下限値２ＭＰａ以上であれば、貫通孔への充填材の加圧注入を確実に図ることができる。また、加圧注入圧力が上限値７．５ＭＰａ以下であれば、充填材の粘性が高い場合であっても充填材を貫通孔に確実に充填できる。

【００１１】

上記充填材の好適な態様は、平均粒径が２μｍ以下の金属粉末を含有して有機溶剤で調製した導電ペーストを用いることができる。金属粉末としては、Ａｇ、ＡＰｔ、Ａｇ－Ｐｄ、Ａｕ、ＮｉおよびＣｕおよびこれらの混合物などを用いることができる。ここで、金属粉末の平均粒径が２μｍ以下としたのは、２μｍを越えると、金属粉末が内部電極層の端面の消失部に入り込みにくくなり、ビア電極が内部電極層の端面への接続性が低下するからである。

【００１２】

上記導電ペーストの好適な態様は、その粘度が１００～２万Ｐａ・ｓとなるように調製することが好ましい。粘度は、金属粒子の含有量、有機溶剤の添加量などを調製することにより行なうことができる。この範囲に設定したのは、粘度が１００Ｐａ・ｓ未満の低粘度であると、充填容器からの圧力が取り除かれたときに、一端充填された導電ペーストが貫通孔の中に留まることができず、充填容器側へ戻ってしまうおそれがあり、２万Ｐａ・ｓを越えると、上記消失部に導電ペーストが十分に充填されないからである。

【００１３】

また、導電ペーストに用いる有機溶剤としては、ブチルカルビトール、テルピネオールなどを用いることができる。また、導電形成用ペーストは、必要に応じて、無機化合物粉末を含有してもよい。無機化合物粉末は、セラミックグリーンシートと内部電極層との焼結収縮挙動の違いに起因する応力によるクラックの発生などの不具合を抑制する働きをする。

【００１４】

さらに、本発明の好適な態様として、ビア電極の長さ／ビア電極の直径で表わ

される比をアスペクト比で定義すると、上記ビア電極のアスペクト比は、４～２であることがさらに好ましい。

【００１５】

また、ビア導体の直径は、５０μｍ～１２０μｍの範囲に設定されることが好ましいが、６０μｍ～１１０μｍの範囲に設定されるほうがより好ましく、７０μｍ～１００μｍの範囲に設定されるほうがさらに好ましい。また、ビア導体の間隔は、１００μｍ～１０００μｍの範囲で設定されることが好ましいが、１００μｍ～６００μｍの範囲で設定されるほうが好ましく、１５０μｍ～４５０μｍの範囲で設定されるほうがさらに好ましい。ここで、ビア電極同士の間隔とは、ビア導体の中心同士の間隔、すなわち、ビア導体のピッチを意味する。

【００１６】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。

（１）－１　積層セラミックコンデンサ１０の全体構成

図１は本発明の一実施例である積層セラミックコンデンサ１０の縦断面を示す説明図である。積層セラミックコンデンサ１０は、後述するようにセラミックグリーンシートの積層を経て製造されるが、焼成を経ると各シートは焼結一体化する。図１はこの焼結後の様子を示している。積層セラミックコンデンサ１０は、導電材料からなる内部電極層２４をセラミック層２２を介して複数積層させている。内部電極層２４は、交互に配置された第１の内部電極層２４ａと第２の内部電極層２４ｂとを備えている。内部電極層２４の間のセラミック層２２は、該内部電極層２４間の誘導体（絶縁層）として機能する。セラミック層２２は、例えば、チタン酸バリウム（$BaTiO_3$）等の高誘電率セラミックにより形成される。

【００１７】

第１および第２の内部電極層２４ａ，２４ｂは、一層おきに、外部から電圧を供給するビア電極２８に導通されている。ビア電極２８は、積層方向に沿って延びる複数の第１のビア電極２８ａおよび複数の第２のビア電極２８ｂから構成されている。図２はビア電極２８と内部電極層２４との接続について示す説明図で

あり、図２（Ａ）は積層セラミックコンデンサ１０の第１の内部電極層２４ａを含む断面を示し、図２（Ｂ）は第２の内部電極層２４ｂを含む断面を示している。

【００１８】

図２（Ａ）に示すように、第１の内部電極層２４ａは、第１のビア電極２８ａが貫通することにより第１のビア電極２８ａに接続されるとともに、第２のビア電極２８ｂの貫通する部分の周囲の窓部２５ａにより、第２のビア電極２８ｂに対して電気的に絶縁されている。また、図２（Ｂ）に示すように、第２の内部電極層２４ｂは、第２のビア電極２８ｂが貫通することにより第２のビア電極２８ｂに接続されるとともに、第１のビア電極２８ａの貫通する周囲の窓部２５ｂにより、第１のビア電極２８ａに対して電気的に絶縁されている。また、図１に示すセラミック層２２と第１および第２の内部電極層２４ａ，２４ｂとが積層される方向（積層方向）に垂直な最外面のうち少なくとも一方の最外面上には、複数の第１および第２の実装端子３０ａ，３０ｂが設けられている。

【００１９】

したがって、第１および第２の実装端子３０ａ，３０ｂから、ビア電極２８を通じて各内部電極層２４に電圧を加えると、誘電体であるセラミック層２２を介在して対向する内部電極層２４では、一方に正の電荷の蓄積が、他方に負の電荷の蓄積が起こる。こうした現象が対向する各電極層で起き、積層セラミックコンデンサ１０はコンデンサとして機能する。この積層セラミックコンデンサ１０ではより大きな静電容量を得るために、複数の第１の内部電極層２４ａおよび複数の第１の内部電極層２４ａを、セラミック層２２を挟むように積層方向に交互に配置し、複数のコンデンサユニットを形成する構成としているから、それぞれのコンデンサユニットの静電容量の総和が、複数対の第１および第２の実装端子３０ａ，３０ｂとの間の静電容量として外部に取り出される。

【００２０】

また、この積層セラミックコンデンサ１０では、従来例の積層セラミックコンデンサと同様に、複数の第１のビア電極２８ａおよび第２のビア電極２８ｂが、それぞれ交互に隣接するように第１の内部電極層２４ａおよび第１の内部電極層

２４ａの全面にわたって格子状に配置され、そして、第１および第２のビア電極２８ａ，２８ｂを流れる電流の向きを逆方向にしているので、インダクタンス成分の低減化が図られている。

【００２１】

（２）　積層セラミックコンデンサ１０の製造工程

図３は積層セラミックコンデンサ１０の製造工程を示す工程図、図４は図３の工程の様子を説明する説明図である。積層セラミックコンデンサ１０は、図３のステップＳ１００～Ｓ１８０の各工程を経て製造される。各工程の内容につき、以下、工程順に説明する。

【００２２】

（２）－１　キャリアフィルム上へのシート形成（ステップＳ１００）

まず、ＰＥＴ（ポリエチレンテレフタレート）フィルム等の長尺状のキャリアフィルムにチタン酸バリウム（$BaTiO_3$）などから成るセラミックスラリを均一に薄く塗布して乾燥させる。これにより、キャリアフィルム上にセラミックグリーンシート２２Ａが形成される。このセラミックグリーンシート２２Ａは、焼成後にセラミック層２２となる。

【００２３】

（２）－２　シート上への電極層の形成（ステップＳ１１０）

次に、乾燥後のセラミックグリーンシート２２Ａに、スクリーン印刷手法などによってＡｇ－Ｐｄ製の電極パターンを印刷する。これにより、セラミックグリーンシート２２Ａの表面には、電極パターンが印刷された部分に内部電極層２４が形成される（図４（Ａ），（Ｂ））。また、セラミックグリーンシート２２Ａの表面には、電極パターンが印刷されていない窓部２５（２５ａ，２５ｂ）がある。本実施例では、内部電極層２４の厚みが２～３μｍ、セラミックグリーンシート２２Ａが５μｍとなるようにされている。

【００２４】

（２）－３　積層用セラミックシートの切り出しおよびキャリアフィルムの剥離（ステップＳ１２０、Ｓ１３０）

次に、上記のセラミックグリーンシート２２Ａが形成された長尺状のキャリア

フィルムを搬送させながら、セラミックグリーンシート２２Ａをその表面の内部電極層２４と共に一定形状で切り出す。切り出したセラミックグリーンシート２２Ａは、キャリアフィルムの巻き取り等によりこのキャリアフィルムから剥離される。こうしたセラミックグリーンシート２２Ａの切り出しに際しては、図４（Ａ），（Ｂ）に示すように、内部電極層２４および窓部２５のレイアウトが異なる２種類のセラミックグリーンシート２２Ａの切り出しが行なわれる。図４（Ａ）が図２（Ａ）の断面に、図４（Ｂ）が図２（Ｂ）の断面に対応する。

【００２５】

（２）－４　セラミックシートの積層（ステップＳ１４０）

図５はシートの積層が完了したときの状況と後述するステップにおけるレーザー照射の様子を模式的に表す説明図である。次に、上記のように形成された複数枚のセラミックグリーンシート２２Ａを所定枚数だけ積層する。この積層に際しては、まず、カバーシート３４を予め敷設しておく。このカバーシート３４は、図５に示すように、ＰＥＴ（ポリエチレンテレフタレート）製の剥離シート３３上にセラミックスラリを厚めに塗布して乾燥させて形成したカバー層３２（カバー層）を有する。

【００２６】

続いて、敷設されたカバーシート３４のカバー層３２上に、図４（Ａ），（Ｂ）に示した２種類のセラミックグリーンシート２２Ａを図５に示すように交互に積層する。この積層に際しては、図示するように、最下段のセラミックグリーンシート２２Ａをその内部電極層２４がカバー層３２に接するようにし、その後は、次のセラミックグリーンシート２２Ａをその内部電極層２４が積層済みのセラミックグリーンシート２２Ａに重なるようにする。こうしたシート積層により、セラミックのシート積層体１００ができあがる。

【００２７】

カバーシート３４を含むシート積層体１００全体の厚みｄａは、完成品の積層セラミックコンデンサ１０の厚みを規定する。この厚みｄａを定めるセラミックグリーンシート２２Ａの厚みｄ０（図４参照）やその総積層数、カバー層３２の厚みは、所望される積層セラミックコンデンサ１０のスペック、サイズで定まる

。本実施例では、セラミックシート積層体全体の厚みｄａを１ｍｍとした。

【００２８】

こうして積層が終わった状況では、グリーンシートである都合上、窓部２５（２５ａ，２５ｂ）においてその上部のグリーンシートが撓んで当該窓部にある程度入り込んでいる。また、シート体端部では、セラミックグリーンシート２２Ａの各層が撓んだ状態となる。

【００２９】

図示するように、窓部２５が上下に並んだ領域（窓部上下領域２５Ａ）では、内部電極層２４が一層おきに存在しないことになる。一方、窓部２５を取り囲む領域（窓部周辺領域２５Ｂ）では、内部電極層２４がグリーンシートごとに対向して上下に並ぶので、グリーンシートの撓みが起きない。このため、窓部周辺領域２５Ｂは、窓部上下領域２５Ａより若干凸状となる。

【００３０】

（２）－５　レーザー照射による貫通孔の形成（ステップＳ１５０）

次に、レーザー加工機を用いて、上記のシート積層体１００に導電材料充填用の貫通孔２６を次のようにして形成する。本実施例では、この貫通孔２６に充填された導電材料は、製品完成後に図１に示すビア電極２８となる。

【００３１】

図５に示すように、上記のシート積層体１００では、セラミックグリーンシート２２Ａに設けられたそれぞれの窓部２５が、一層おきにシート積層方向に上下に並ぶ。レーザー加工機は、この上下に並んだ窓部２５の中心を結ぶ軸線（図５における一点鎖線）に沿ってレーザービーム５０を照射する。これにより、上記軸線上に位置するセラミックグリーンシート２２Ａ、内部電極層２４およびカバーシート３４がレーザー照射による熱で溶融され、上記軸線の周囲に、積層体を上下に貫通する貫通孔２６が形成される。図６は貫通形成された貫通孔２６をその形状をストレート状であるとして模式的に示す説明図である。この図６に示すように、貫通孔２６は、窓部２５を取り囲む内部電極層２４と貫通孔２６に充填形成されたビア電極２８とを非導通の状態に維持するために、窓部２５よりも小さな孔径で形成される。本実施例では、焼成後の貫通孔径が１００μｍとなるよ

う貫通孔２６の孔径を１２０μｍとし、窓部２５の径を３５０μｍとした。なお、これら径はこうした数値のものに限られるわけではなく、貫通孔２６にあっては６０～１５０μｍとすることもできる。この場合、貫通孔孔径の決定に際しては、貫通孔２６に充填する後述の導電材料（充填材）の粘度等を考慮すればよい。また、窓部２５の径にあっては、窓部２５の形成ピッチ等を考慮すればよい。

【００３２】

シート積層体１００にレーザーを照射することにより該複数枚のセラミックグリーンシート２２Ａを積層方向に貫通する貫通孔２６が形成される。このとき、図７に示すように、内部電極層２４は、セラミックグリーンシート２２Ａに比して低融点であるので、レーザービーム照射に伴う熱により、その端面２４ｃから先に溶融し、端面２４ｃは貫通孔２６の形成箇所から後退し、内部電極層２４の端面２４ｃと貫通孔２６周壁との隔たりは、最大でも２０μｍが生じている状態を示している。

【００３３】

図５に示すシート積層体１００は、上面視すれば方形形状であるため、窓部２５をマトリックス状に有する。従って、上記のレーザービーム５０の照射は、図６に示した４箇所のみならず、方形形状のシート積層体の上面から、マトリックス状の個々の窓部２５について、同様に行なわれる。このため、シート積層体１００には多数の貫通孔２６がマトリックス状に形成されることになる。

【００３４】

このようにシート積層体１００の異なる複数の位置に貫通孔２６を形成する手法として、本実施例では、いわゆるサイクル加工法を採用している。サイクル加工法は、図５に示すように、各貫通孔形成位置に順次にレーザービーム５０を照射する工程ＣＹを何回か繰り返し、各貫通孔形成位置における穴の深さを徐々に深めながら、最終的に全ての貫通孔形成位置に貫通孔を形成する手法である。

【００３５】

図示するように、本実施例では、レーザービーム５０の照射の照射側にカバーシート３４が位置するようにした。よって、レーザービーム５０の照射による溶融物（例えば、電極やグリーンシート中の有機成分の溶融物）がセラミックグリ

ーンシート２２Ａの表面に付着することがないので、好ましい。

【００３６】

上記したステップＳ１５０までの工程において、工程の前後を変更することもできる。例えば、ステップＳ１３０のキャリアフィルム剥離とステップＳ１４０のシート積層を逆に行なったり、ステップＳ１２０のシート切り出しをステップＳ１１０の電極層の形成に先だって行なうこともできる。なお、ステップＳ１２０とステップＳ１１０の順に工程を行なって、更にステップＳ１４０、ステップＳ１３０の順に工程を行なうようにすることもできる。

【００３７】

（２）－６　貫通孔への導電材料の充填（ステップＳ１６０）

次に、シート積層体１００の各貫通孔２６に導電材料を充填する。図８は充填容器１１０による導電材料の充填工程を説明する説明図である。充填容器１１０は、導電材料を収納する容器筐体１１２および底板１１４と、底板１１４を油圧シリンダなどで押し上げて導電材料をシート積層体１００に供給するためのアクチュエータ１１６とを備えている。図示するように、シート積層体１００を充填容器１１０に載置する。そして、シート積層体１００は、図示しない位置決めピン等にて充填容器１１０に対して位置決めされる。さらに、充填容器１１０に載置したシート積層体１００の上面に、押圧板１１８を押し当てる。この押圧板１１８は、シート積層体１００を支え、充填容器１１０が底板１１４の押し上げを経て導電材料を加圧注入する圧力に抗する。

【００３８】

充填容器１１０により導電材料を充填するには、導電材料を容器筐体１１２の内部に満たした状態にて、底板１１４をアクチュエータ１１６で押し上げることにより行なう。底板１１４の押し上げにより、シート積層体１００の貫通孔２６に、導電材料が加圧注入される。導電材料の充填に際し、貫通孔２６内のエアは適宜な方法で貫通孔２６の外部に排出される。例えば、図８に示す押圧板１１８の下面に、通気性を有するシートを配置したり、この押圧板１１８自体を多孔質で通気性を有する板材とすればよい。

【００３９】

図９は本実施例による導電材料充填の様子を説明する説明図である。加圧注入された導電材料は、貫通孔２６に充填されると共に、この貫通孔２６内から内部電極層２４の端面２４ｃにまで達して固化する。このように固化した導電材料が、既述したビア電極２８として機能する（図１参照）。

【００４０】

本充填工程は、導電材料を貫通孔２６から内部電極層２４の端面２４ｃまで充填するために、導電材料の性質、貫通孔２６の孔径、加圧注入圧力などのパラメータを定めている。すなわち、導電材料として、平均粒径が２μｍ以下の金属粉末を含有して有機溶剤で調製した導電ペーストを用いている。金属粉末として、例えば、Ａｇ－Ｐｄ（ＡｇとＰｄの割合は例えば７：３とすることができる）を用いることができる。金属粉末の平均粒径が２μｍを越えると、金属粉末が内部電極層２４の端面２４ｃから貫通孔２６側に形成される積層方向のスペース（約２μｍ）より大きくなって、内部電極層２４の端面２４ｃにまで入り込みにくくなるからである。なお、平均粒径が３．６μｍと０．６μｍの金属粉末を含有する導電ペーストを用いたところ、３．６μｍでは電気接続性が低下したことが分かった。

【００４１】

また、有機溶剤としては、ブチルカルビトール、テルピネオールなどを用いることができる。また、導電ペーストは、必要に応じて、無機化合物粉末を含有してもよい。無機化合物粉末は、セラミックグリーンシート２２Ａと内部電極層２４との焼結収縮挙動の違いに起因する応力によるクラックの発生などの不具合を抑制する働きをする。このように調製した導電ペーストは、粘度を１００～２万Ｐａ・ｓ（好ましくは２００～２０００Ｐａ・ｓ）とする。

【００４２】

さらに、充填容器１１０からの加圧注入圧力は、貫通孔２６の孔径や導電ペーストの粘度などの条件にもよるが、貫通孔２６の孔径が１２０μｍ（焼成後で１００μｍ）とした場合には、２～７．５ＭＰａの範囲から選択すればよい。加圧注入圧力が下限値２ＭＰａ以上であれば、貫通孔２６への導電材料の加圧注入を確実に図ることができる。また、加圧注入圧力が上限値７．５ＭＰａ以下であれ

ば、導電材料の粘性が高い場合であっても上記導電材料を貫通孔２６に確実に充填できる。

【００４３】

（２）－７　本圧着工程（ステップＳ１７０）

次に、こうして得られた充填容器１１０を高温・高圧プレスによって圧着する。こうした圧着後のシート積層体１００の圧着により、上下のセラミック層２２は互いに密接された状態となる。

【００４４】

（２）－８　表面電極の形成・溝入れ・脱脂・焼成・ブレーク（ステップＳ１８０）

次に、シート積層体１００の外面に、スクリーン印刷などにより表面電極を設ける。続いて、シート積層体１００に、使用される積層セラミックコンデンサ１０の大きさに合わせて溝を入れ、溝入れ後の積層体を脱脂した後に焼成する。こうした焼成の後に、図１に示したような積層セラミックコンデンサ１０が形成される。なお、焼成後のシート積層体１００を、溝入れ工程において入れられた溝（図示せず）に沿ってブレークすれば、より小型の積層セラミックコンデンサ１０を形成することができる。

【００４５】

（３）　実施例の作用・効果

以上説明した製造工程をとることで得られる作用・効果について説明する。

【００４６】

（３）－１　図７に示すように、貫通孔２６の形成過程では、既述したようにレーザービーム５０が孔形成箇所に繰り返し照射され、その都度、孔深さは増していく。こうした孔形成の過程で、Ａｇ－Ｐｄの電極パターンである内部電極層２４は、セラミックグリーンシート２２Ａに比して低融点であるので、レーザービーム照射に伴う熱により、その端面２４ｃから先に溶融し、端面２４ｃは貫通孔２６の形成箇所から後退し、内部電極層２４の端面２４ｃと貫通孔２６周壁との隔たりは、最大でも２０μｍ生じる。しかし、本実施例では、導電材料の充填工程において、上述した導電材料の粘度、金属粉末の平均粒径、圧力をとることに

より、導電材料が内部電極層２４の端面２４ｃの後退を起こした箇所にも入り込み、ビア電極２８と内部電極層２４との確実な導通を図ることができる。

【００４７】

（３）－２　上述のステップＳ１６０の導電材料の充填工程において、粘度の異なる４種類の導電材料、つまり１，０００Ｐａ・ｓ（試料１）、１０，０００Ｐａ・ｓ（試料２）、５０，０００Ｐａ・ｓ（試料３）、１５０，０００Ｐａ・ｓ（試料４）の導電材料を用いて積層セラミックコンデンサ１０を製造し、ビア電極２８と内部電極層２４との接続状態を顕微鏡により調べたところ、試料１の１，０００Ｐａ・ｓの低い粘度では十分に接続が確認され、また、試料２から試料４へと１０，０００Ｐａ・ｓ、５０，０００Ｐａ・ｓ、１５０，０００Ｐａ・ｓへと粘度が高くなるにつれて、接続の低下が確認された。また、抵抗値を調べたところ、試料４の１５０，０００Ｐａ・ｓでも試料１と比べて抵抗値の増加はさほど大きくなかったが、インダクタンスが１００～５００％増加したことが分かった。これは、ビア電極２８と内部電極層２４との接続が不十分となった場合に、抵抗値よりもインダクタンスへの影響が大きいと考えられるからである。

【００４８】

なお、この発明は上記実施例に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図１】　本発明の一実施例である積層セラミックコンデンサ１０の縦断面を示す説明図である。

【図２】　ビア電極２８と内部電極層２４との接続について示す説明図である。

【図３】　積層セラミックコンデンサ１０の製造工程を示す工程図である。

【図４】　図３の工程の様子を説明する説明図である。

【図５】　シートの積層が完了したときの状況とレーザー照射の様子を模式的に表す説明図である。

【図６】　貫通孔２６を形成したシート積層体１００を模式的に示す説明図である。

【図７】　レーザー照射の様子を説明する説明図である。

【図８】　充填容器１１０による導電材料の充填工程を説明する説明図である。

【図９】　導電材料の充填の様子を説明する説明図である。

【符号の説明】

１０...積層セラミックコンデンサ

２２...セラミック層

２２Ａ...セラミックグリーンシート

２４...内部電極層

２４ａ...第１の内部電極層

２４ｂ...第２の内部電極層

２４ｃ...端面

２５（２５ａ，２５ｂ）...窓部

２５Ａ...窓部上下領域

２５Ｂ...窓部周辺領域

２６...貫通孔

２８...ビア電極

２８ａ...第１のビア電極

２８ｂ...第２のビア電極

３０ａ...第１の実装端子

３０ｂ...第２の実装端子

３２...カバー層

３３...剥離シート

３４...カバーシート

５０...レーザービーム

１００...シート積層体

１１０...充填容器

１１２...容器筐体

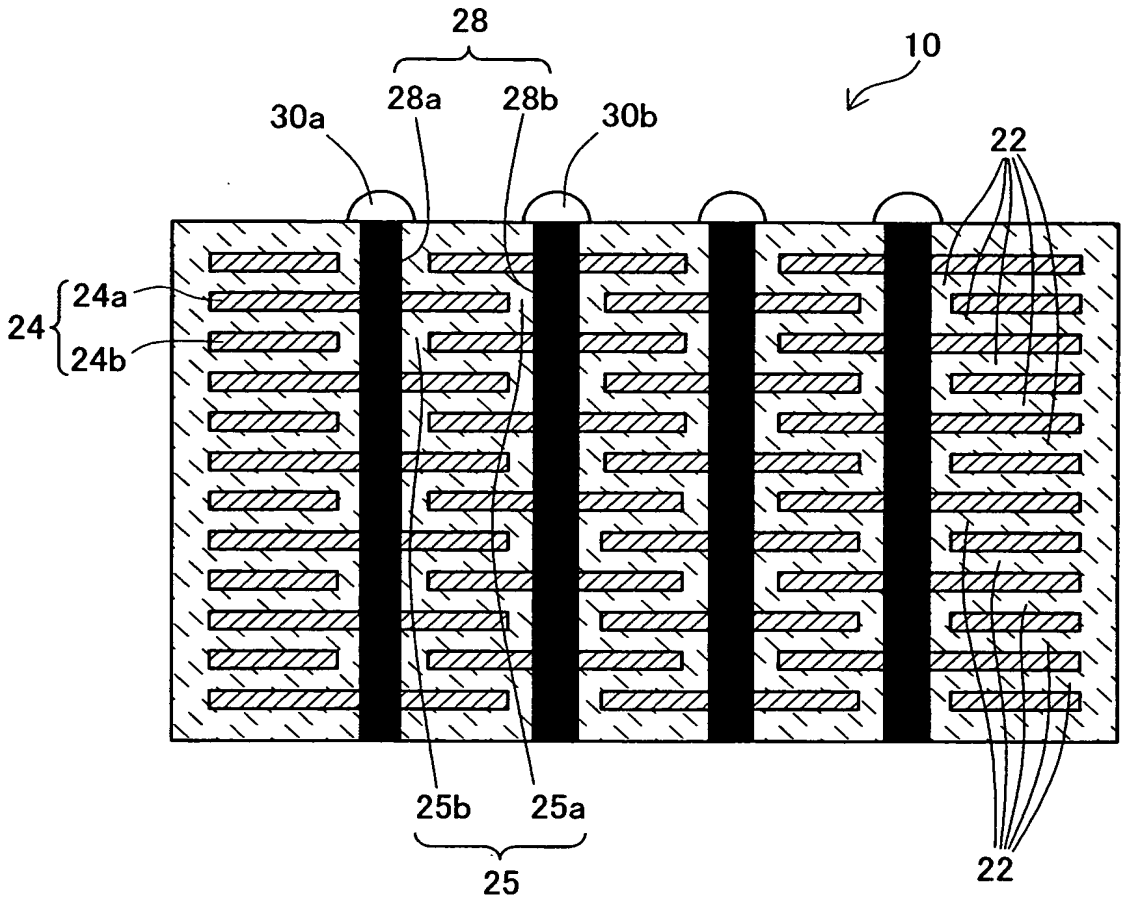
１１４...底板

１１６...アクチュエータ

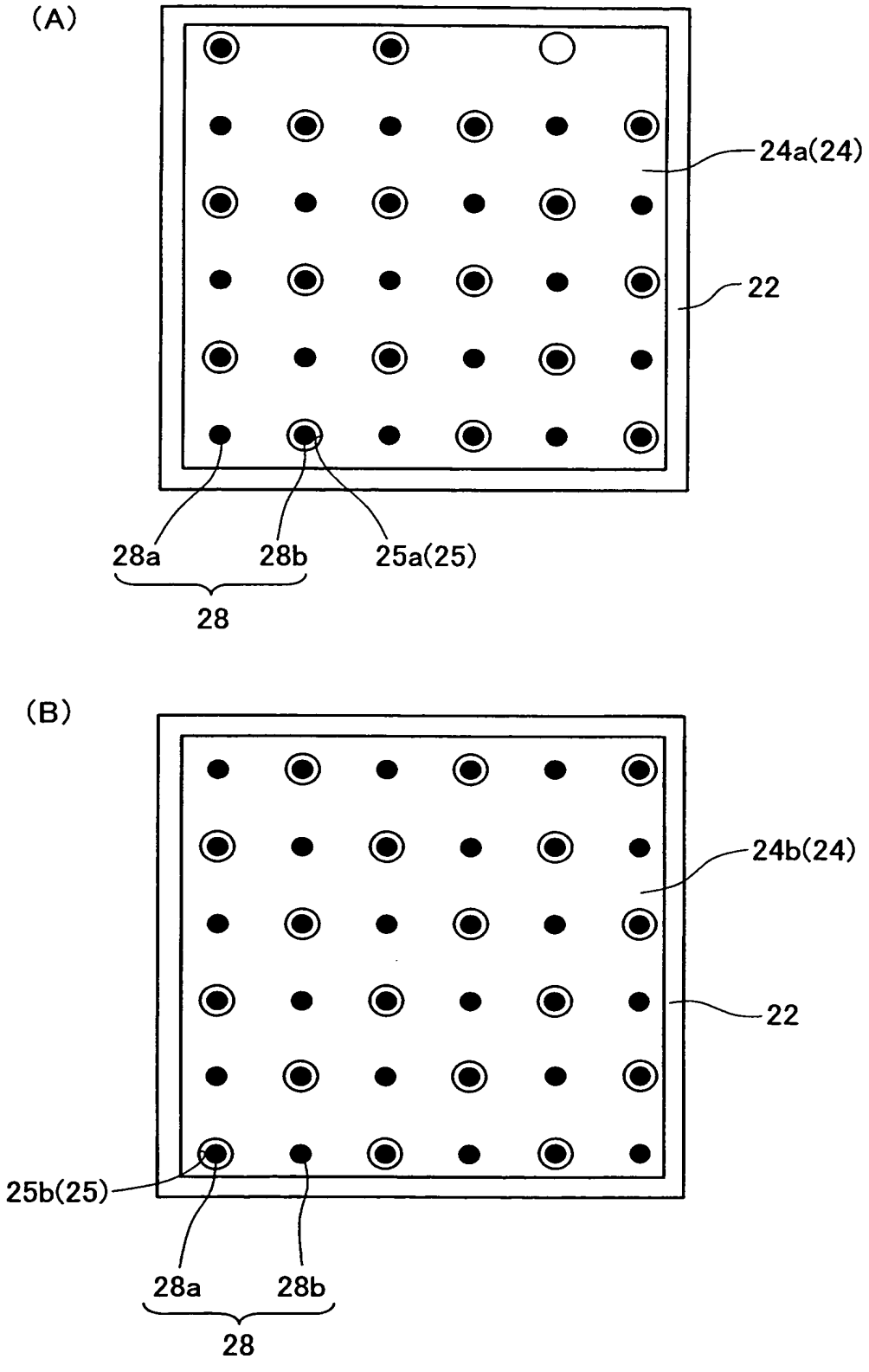
１１８...押圧板

【書類名】　図面

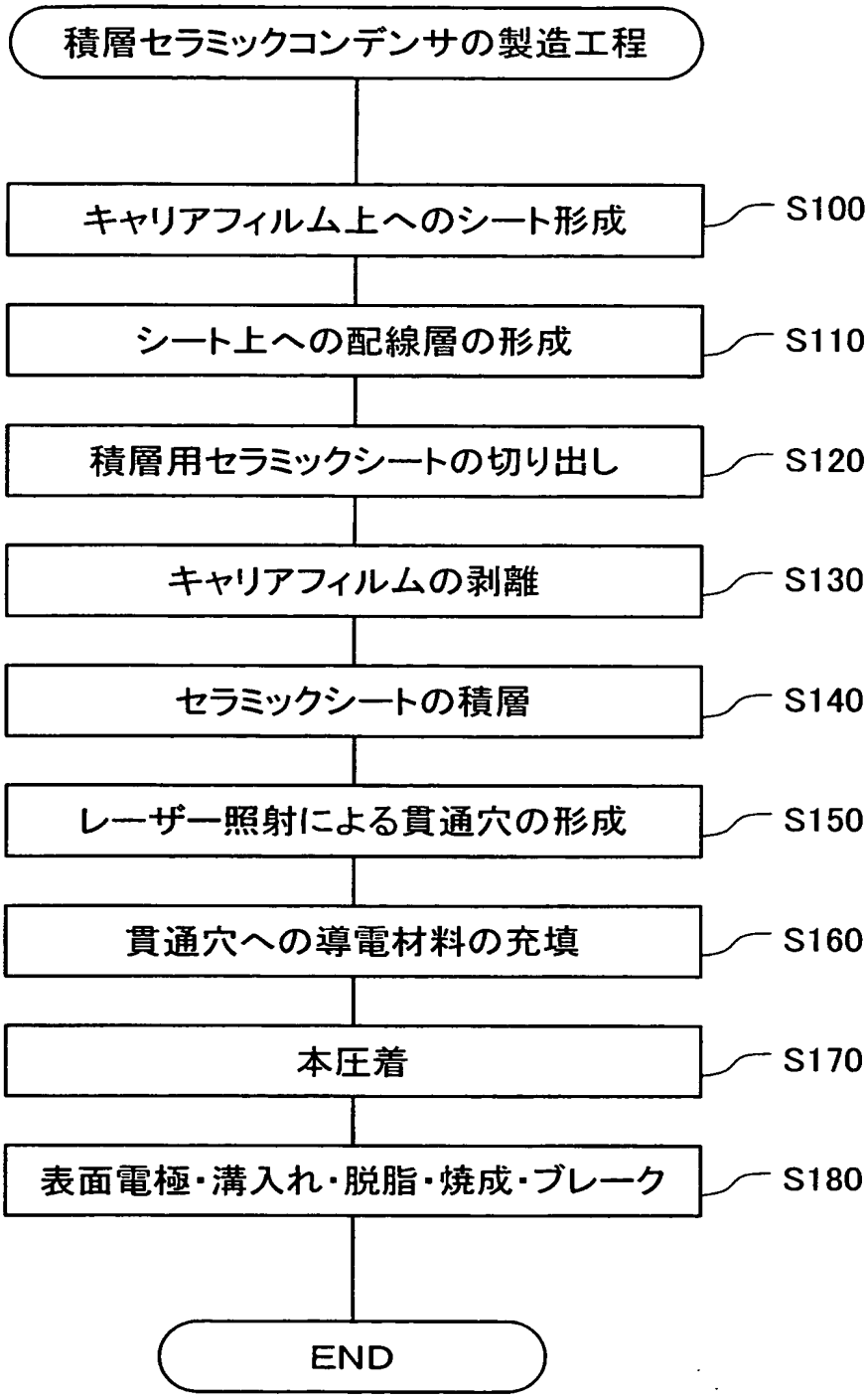
【図１】



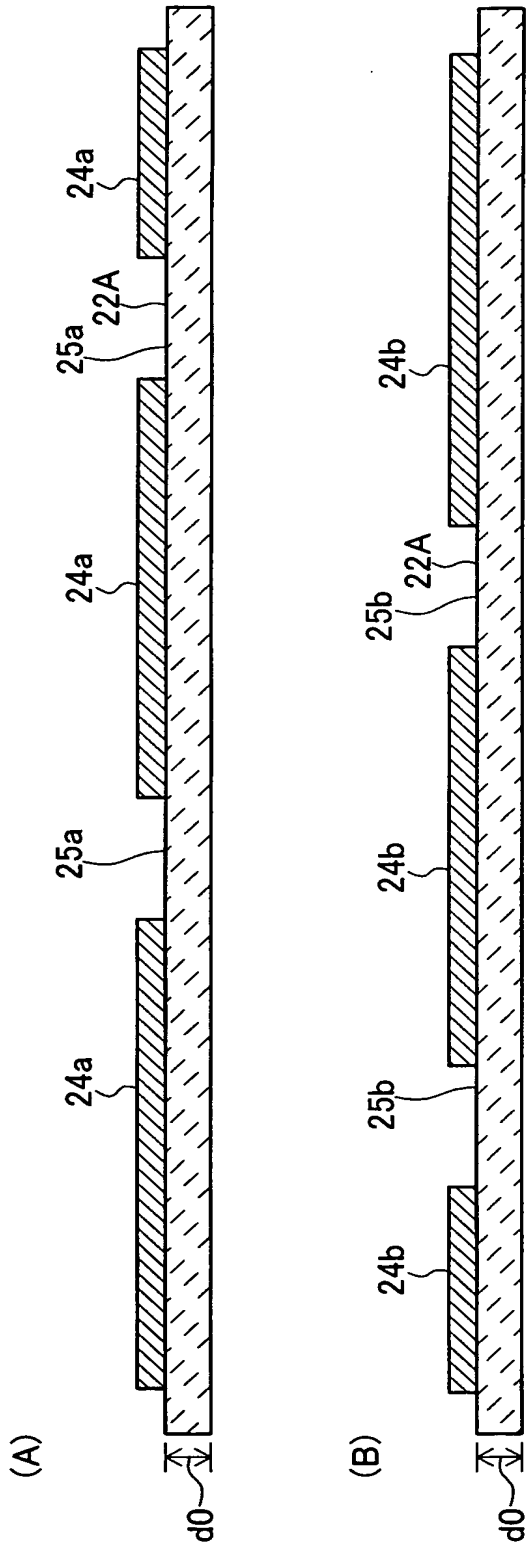
【図２】



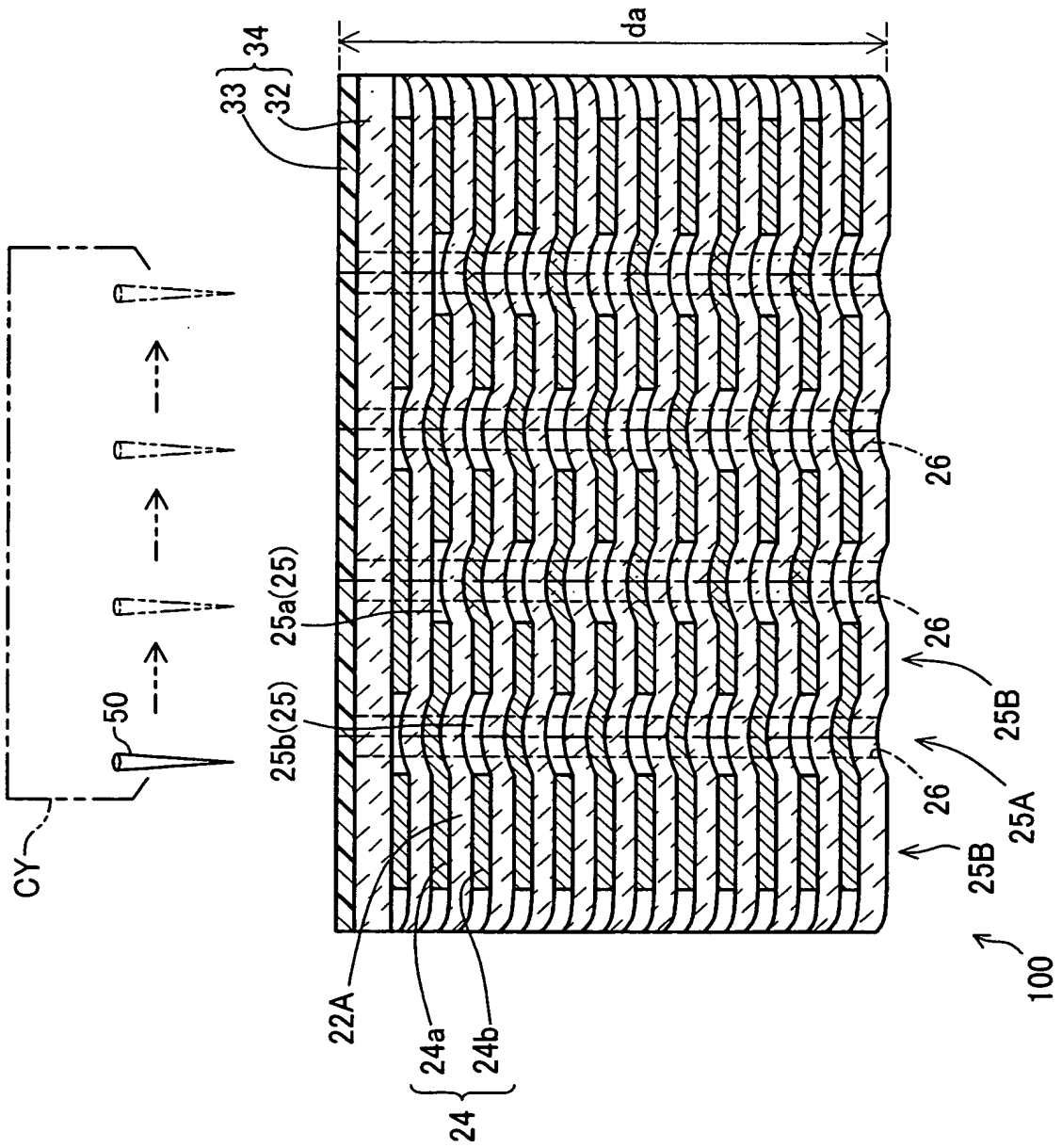
【図３】


積層セラミックコンデンサの製造工程
キャリアフィルム上へのシート形成
S100
シート上への配線層の形成
S110
積層用セラミックシートの切り出し
S120
キャリアフィルムの剥離
S130
セラミックシートの積層
S140
レーザー照射による貫通穴の形成
S150
貫通穴への導電材料の充填
S160
本圧着
S170
表面電極・溝入れ・脱脂・焼成・ブレーク
S180
END

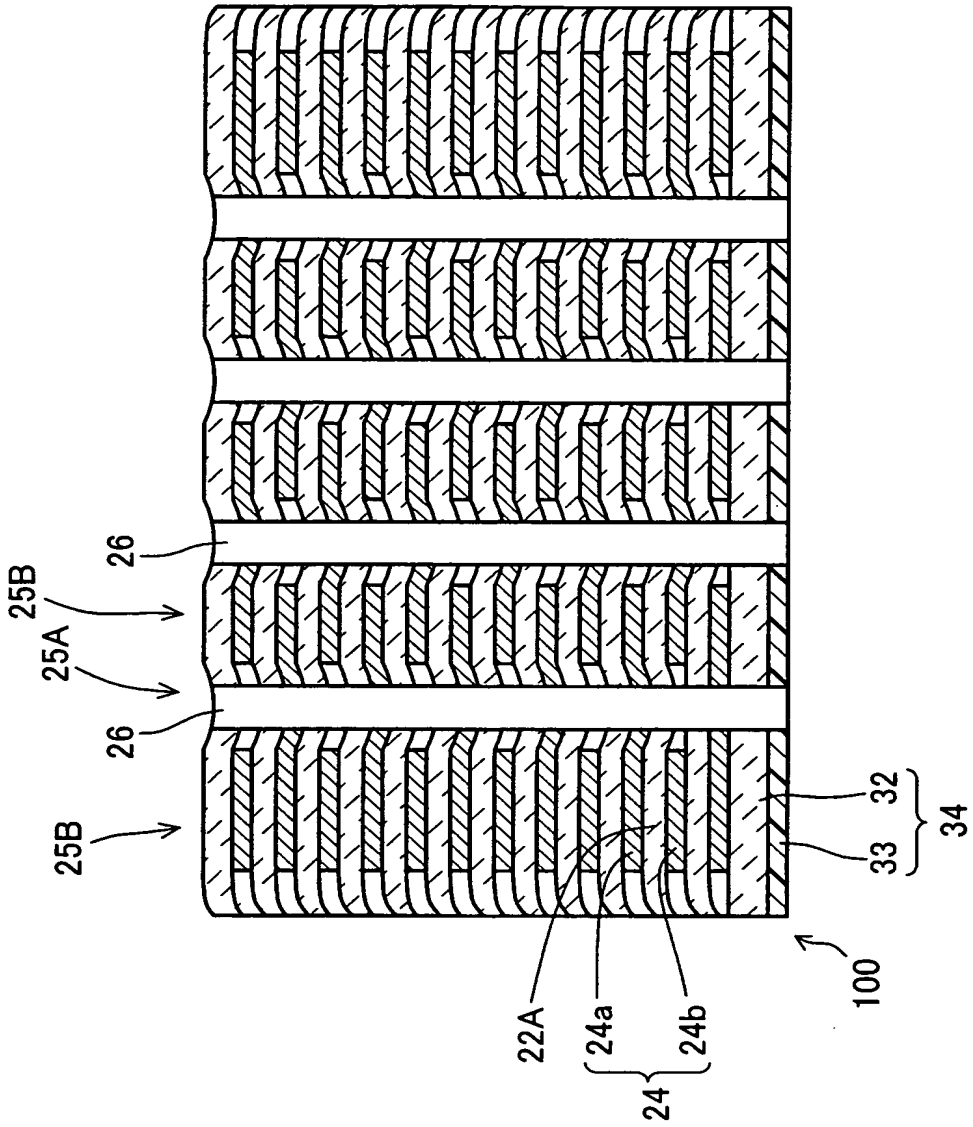
【図４】



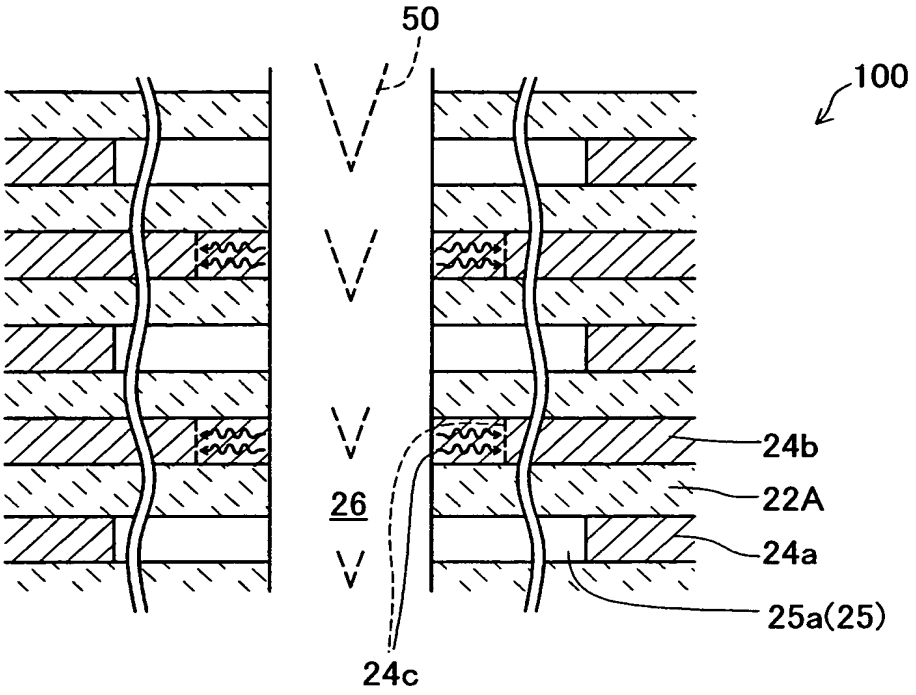
【図５】


da
34
33
32
26
25a(25)
26
25B
25b(25)
50
26
25A
25B
CY
100
22A
24a
24b
24

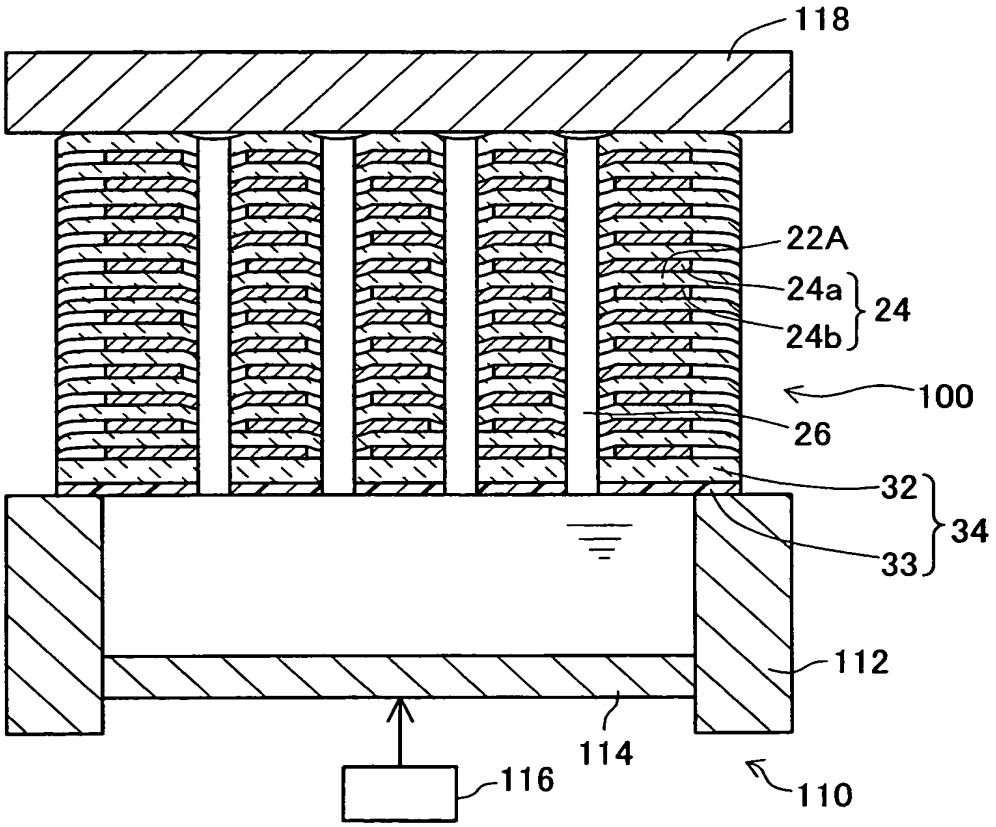
【図６】



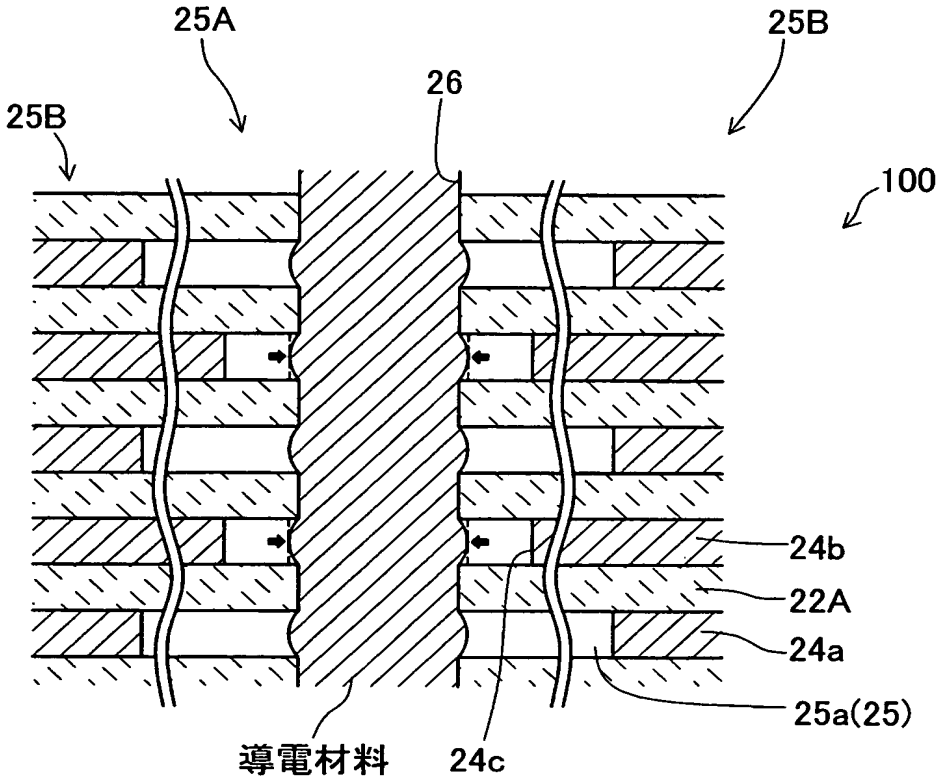
【図７】


50
100
24b
26
22A
24a
25a(25)
24c

【図８】


118
22A
24a
24b
24
100
26
32
33
34
112
114
116
110

【図９】



【書類名】　　要約書

【要約】

【課題】　セラミック層２２間の内部電極層２４（２４ａ，２４ｂ）とビア電極２８との接触の信頼性を高める積層セラミックコンデンサ１０の製造方法を提供する。

【解決手段】　積層セラミックコンデンサ１０を製造するには、セラミック層２２と内部電極層２４とを交互に積層一体化してなるシート積層体１００を形成し、シート積層体１００にレーザーを用いて貫通孔２６を形成し、さらに充填容器１１０を用いて貫通孔２６に導電材料を充填してビア電極２８を形成する。導電材料は貫通孔２６の開口から貫通孔２６内に加圧充填される。

【選択図】　　図８

特願２００３－１３４４２３

出　願　人　履　歴　情　報

識別番号　　［０００００４５４７］

１．変更年月日　　１９９０年　８月　８日
［変更理由］　　新規登録
住　所　　愛知県名古屋市瑞穂区高辻町１４番１８号
氏　名　　日本特殊陶業株式会社